

**Brake pressure control device**

**Patent number:** DE4401995  
**Publication date:** 1995-04-06  
**Inventor:** STEINER MANFRED DIPLO ING (DE)  
**Applicant:** DAIMLER BENZ AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B60T8/48; B60T8/32; B60T8/36; B60T8/60  
- **european:** B60T8/00B10F; B60T8/00B10H; B60T8/24; B60T8/26D;  
B60T8/40G; B60T8/40J; B60T8/42B; B60T8/44F;  
B60T8/88B; B60T8/48B4; B60T8/48B4D2B  
**Application number:** DE19944401995 19940125  
**Priority number(s):** DE19944401995 19940125

**Abstract of DE4401995**

In a brake pressure control device for a road vehicle with hydraulic dual-circuit brake system with front axle/rear axle brake circuit division, which is equipped with a device for vehicle dynamics control (FDR), a device for electronic control of the front axle/rear axle brake power proportioning (EBKV) and with an antilock brake system (ABS), which functions on the front axle brake circuit on the return principle, a high-pressure pump assigned to the rear axle brake circuit and the return pump of the front axle brake circuit, which on the inlet side can be subjected to the relatively low outlet pressure of a precharge pump, which can be fed to the high-pressure pump by way of a precharge control valve and to the return pump by way of a precharge cylinder, are utilised as pressure sources from which, in the event of FDR or EBKV operation, the wheel brakes utilised for the respective type of control can be subjected to brake pressure. In brake pressure reduction phases the rear axle brake circuit is operated as open brake circuit. From a comparison of output signals from a pressure sensor detecting the brake pressure in the rear axle brake circuit with the output signals from a pressure sensor monitoring the pressure in the front axle brake circuit, an electronic control unit generates the control signals necessary for compensatory adjustment of the brake pressure in the rear axle brake circuit.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) DE 44 01 995 C1

(51) Int. Cl. 6:  
**B 60 T 8/48**  
B 60 T 8/32  
B 60 T 8/36  
B 60 T 8/60

(21) Aktenzeichen: P 44 01 995.5-21  
(22) Anmeldetag: 25. 1. 94  
(43) Offenlegungstag: —  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 6. 4. 95

P04NM-033EP

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:  
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

(72) Erfinder:  
Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	43 29 139 C1
DE	41 23 235 C1
DE	42 08 581 A1
DE	40 35 462 A1
EP	04 60 408 A1

(54) Bremsdruck-Steuereinrichtung

(57) Bei einer Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Zweikreis-Bremsanlage mit Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisauflaufteilung, das mit einer Einrichtung zur Fahrdynamik-Regelung (FDR), einer Einrichtung zur elektronischen Steuerung der Vorderachs-/Hinterachs-Bremskraftverteilung (EBKV) und mit einem Antiblockiersystem (ABS) ausgerüstet ist, das am Vorderachs-Bremskreis nach dem Rückförderprinzip arbeitet, sind als Druckquellen, aus denen im Falle des FDR- oder des EBKV-Betriebes die für die jeweilige Regelung ausgenutzten Radbremsen mit Bremsdruck beaufschlagbar sind, eine dem Hinterachs-Bremskreis zugeordnete Hochdruckpumpe und die Rückförderpumpe des Vorderachs-Bremskreises ausgenutzt, die eingangsseitig mit dem relativ niedrigen Ausgangsdruck einer Vorladepumpe beaufschlagbar sind, der der Hochdruckpumpe über ein Vorlade-Steuerventil und der Rückförderpumpe über einen Vorlade-Zylinder zuführbar ist. Der Hinterachs-Bremskreis wird in Bremsdruckabbauphasen als offener Bremskreis betrieben. Aus einem Vergleich von Ausgangssignalen eines den Bremsdruck im Hinterachs-Bremskreis erfassenden Drucksensors mit den Ausgangssignalen eines den Druck im Vorderachs-Bremskreis überwachenden Drucksensors generiert eine elektronische Steuerseinheit die für die Bremsdrucknachführung im Hinterachs-Bremskreis erforderlichen Steuersignale.

DE 44 01 995 C1

DE 44 01 995 C1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-Bremsanlage, das mit einer Einrichtung zur Fahr-Dynamik-Regelung (FDR), einer Einrichtung zur elektronischen Steuerung der Vorderachs-/Hinterachs-Bremeskraftverteilung (EBKV) und mit einem Antiblockier-System (ABS) ausgerüstet ist und mit den weiteren, im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten, gatungsbestimmenden Merkmalen.

Eine derartige Bremsdruck-Steuereinrichtung ist Ge-  
genstands des eigenen, älteren, nicht vorveröffentlichten Patents DE 43 29 139 C1 und für ein Straßenfahr-  
zeug mit Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung  
und geschlossenen Bremskreisen konzipiert, wobei als  
Bremsdruck-Steuengerät ein Tandem-Hauptzylinder  
mit zwei, den Bremskreisen einzeln zugeordneten —  
statischen — Ausgangsdruckräumen vorgesehen ist.  
Die Fahrdynamik-Regeleinrichtung des Fahrzeuges ar-  
beitet nach dem z. B. durch die DE 41 23 235 C1 bekannten Prinzip, durch selbstdärtige, elektronisch gesteuerte Aktivierung einer oder mehrerer Radbremsen den Längs- und Seitenschlupf der Fahrzeugräder innerhalb derjenigen Grenzen zu halten, die mit dynamischer Stabilität des Fahrzeuges insgesamt verträglich sind. Die elektronische Steuerung der Bremeskraftverteilung auf die Vorderrad- und die Hinterrad-Bremsen ist so konzipiert, daß bei einer vom Fahrer gesteuerten Bremsung der in die Hinterradbremsen einzukoppelnde Bremsdruck einem Sollwert nachgeführt wird, der entsprechend der idealen, gleicher Kraftschlußausnutzung an den Vorder- und den Hinterrädern entsprechenden Bremeskraftverteilung mittels einer elektronischen Steuereinheit aus einer vergleichenden Verarbeitung der Ausgangssignale mindestens eines den Bremsdruck im Hinterachs-Bremskreis erfassenden Drucksensors mit den Ausgangssignalen eines den Ausgangsdruck an einem der Druckausgänge des Tandem-Hauptzylinders überwachenden Druck-Sensors fortlaufend generiert wird, wie z. B. für sich durch die DE 42 08 581 A1 bekannt.

Das Antiblockier-System, das sowohl am Vorderachs-Bremskreis als auch Hinterachs-Bremskreis nach dem Rückförderprinzip arbeitet, umfaßt den Fahrzeugräder einzeln zugeordnete Bremsdruck-Regelventile, mittels derer Bremsdruck-Abbau, -Halte- und -Wiederaufbauphasen der Antiblockier-Regelung steuerbar sind, sowie zwei, den Bremskreisen einzeln zugeordnete Rückförderpumpen, wobei die Bremsdruck-Regelventile des ABS für die Bremeskraft-Verteilungs-Steuerung sowie für die Fahrdynamik-Regelung zweckanalog mit ausgenutzt sind und im Sinne des jeweiligen Regelungs- bzw. Steuerungszweckes mittels einer elektronischen Steuereinheit ansteuerbar sind.

Als Druckquelle(n) aus der/denen im Falle der Bremeskraft-Verteilungs-Steuerung oder der Fahrdynamik-Regelung, die für die jeweilige Steuerungs- bzw. Regelungsart ausgenutzte(n) Radbremse(n) mit Bremsdruck beaufschlagbar ist/sind wird/werden die Rückförderpumpe (n) ausgenutzt, die eingangsseitig mit dem Ausgangsdruck einer auf niedrigem Ausgangsdruckniveau von z. B. 15 bar arbeitenden, elektrisch angetriebenen Vorladepumpe beaufschlagbar ist/sind, wie durch die EP-0 460 408 A1 zur Antriebsschlupf-Regelung bei einem auch mit einem ABS ausgerüsteten Fahrzeug für sich bekannt, wobei der Druckausgang der Vorladepumpe über ein als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebilde-

tes Vorlade-Steuerventil an die Niederdruckseite der Hochdruckpumpe anschließbar ist.

Zur hydraulischen Trennung der beiden Bremskreise sind diesen je einzeln zugeordnete, in einer durch die 5 DE 40 35 462 A1 für sich bekannten Plunger-Bauweise realisierte Vorladezylinder vorgesehen, die je einen Kolben haben, der einen Ausgangsdruckraum, welcher über ein Vorlade-Steuerventil mit dem Niederdruckschluß der Rückförderpumpe des jeweiligen Bremskreises verbindbar ist, gegen einen Antriebsdruckraum, an den der Druckausgang der Vorladepumpe angeschlossen ist, druckdicht abgrenzt und zwei in axialem Abstand voneinander angeordnete Flansche hat, zwischen denen sich ein mit einem der Druckausgänge des Bremsgeräts in ständig kommunizierender Verbindung gehaltener Nachlaufraum erstreckt, wobei der Kolben mit einem Rückschlagventil versehen ist, das einen den Nachlaufraum mit dem Ausgangsdruckraum verbindenden Durchflußkanal des Kolbens sperrt, solange der Druck im Ausgangsdruckraum des jeweiligen Vorladezylinders größer ist als in dem Nachlaufraum und diesen Durchflußpfad freigibt, wenn der Hauptzylinder-Ausgangsdruck größer ist als der Druck im Ausgangsdruckraum des jeweiligen Vorladezylinders. Zwischen den 15 Druckausgang des jeweiligen Vorladezylinders und die Hauptbremsleitung des über diesen druck-versorgten Bremskreises ist jeweils ein elektrisch ansteuerbares Umschaltventil geschaltet, das stromlos offen und im erregten Zustand gesperrt ist. Der für beide Vorladezylinder gemeinsam vorgesehene Antriebsdruckraum ist durch Ansteuerung eines stromlos offenen Magnetventils gegen den Bremsflüssigkeit-Vorratsbehälter der Bremsanlage absperbar.

Bei der Bremsdruck-Steuereinrichtung gemäß dem 35 Patent DE 43 29 139 C1 ist bezüglich der EBKV-Steuering als nachteilig anzusehen, daß in nicht zu seltenen Fahrsituationen, z. B. einer Bremsung bei Kurvenfahrt, die hierbei erforderliche Absenkung des Bremsdruckes an den kurveninneren Fahrzeugräder, insbesondere 40 am kurveninneren Hinterrad eine Rückförderung von Bremsflüssigkeit in den Ausgangsdruckraum des dem Hinterachs-Bremskreis zugeordneten Vorladezylinders erfordert, was wiederum zu einem Zurückdrängen von Bremsflüssigkeit in den Hauptzylinder der Bremsanlage und daher zu einem spürbaren Pulsieren des Bremspedals führt, was einerseits unkomfortabel ist und andererseits dem Fahrer ein Ansprechen der Antiblockier-Regelung vortäuschen kann, so daß dieser den Eindruck einer "gefährlichen" Bremssituation gewinnt und daher 45 unnötigerweise sein Bremsverhalten ändert. Der durch die beiden Vorladezylinder bedingte technische Aufwand und Raumbedarf ist, ungeachtet der Vielzahl von Funktionen, die mittels der Bremsdruck-Stelleinrichtung darstellbar sind, erheblich. Es kommt hinzu, daß bei einer mit der insoweit erläuterten Bremsdruck-Steuereinrichtung ausgerüsteten Bremsanlage wegen der zusätzlichen Vorladezylinder auch zusätzliche Kammern vorhanden sind, aus denen Gasblasen, die sich bei starker thermischer Belastung der Radbremsen bilden können, nur schwer entweichen können, was insbesondere 50 dann gilt, wenn die beiden Vorladezylinder zu einer "symmetrischen" Baueinheit zusammengefaßt sind und daher die für eine einigermaßen gute Entlüftbarkeit beider Vorladezylinder günstigste Anordnung derselben allenfalls im Sinne eines bestmöglichen Kompromisses getroffen werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Bremsdruck-Steuereinrichtung der eingangs genannten Art dahinge-

hend zu verbessern, daß bei gleichwohl einfacherem Aufbau derselben und zuverlässiger Darstellbarkeit der verschiedenen Regelungs- und Steuerungsfunktionen auch ein erhöhter Bedienungskomfort erzielt wird.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale gelöst.

Hiernach ist der Druckausgang der Vorladepumpe über das dem Hinterachs-Bremskreis zugeordnete Vorlade-Steuerventil "direkt", d. h. ohne Zwischenschaltung eines Vorladezylinders an den Niederdruckeingang der Hochdruckpumpe des Hinterachs-Bremskreises angeschlossen, wodurch schon eine erhebliche bauliche Vereinfachung erzielt wird.

Dadurch, daß die Hinterradbremse über je ein elektrisch ansteuerbares Bremsdruck-Regelventil an eine zum Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter führende Rücklaufleitung anschließbar sind, wodurch der Hinterachs-Bremskreis sowohl im EBKV-Regelungsbetrieb, als auch im Antiblockier-Regelungsbetrieb als offener Bremskreis betreibbar ist, können Rückwirkungen dieser bezüglicher Steuer- und Regelungsvorgänge auf den Hauptzylinder und das Bremspedal weitestgehend ausgeschlossen werden, was den "Brems"-Komfort wesentlich erhöht.

Die Sicherheit der Bremsanlage wird durch diese Art der Öffnung des Hinterachs-Bremskreises zum Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter hin nicht beeinträchtigt, da in einem Fehlfunktionsfall der elektronischen Steuerung, d. h., wenn die Steuerungs- und Regelungssysteme nicht arbeiten, die Bremsanlage automatisch in einen Notbetriebs-Zustand übergeht, in dem die Bremskreise wieder geschlossen sind. Dadurch, daß das Antiblockiersystem — wegen der erläuterten Öffnung des Hinterachs-Bremskreises — an diesem nach dem Prinzip der Druckabsenkung durch Ablassen von Bremsflüssigkeit betrieben wird, entfällt ein für einen Betrieb des Antiblockiersystems nach dem Rückförderprinzip erforderlicher Zwischenspeicher, so daß auch insoweit eine bauliche Vereinfachung des Schlupf-Regelungssystems insgesamt erzielt wird. Es kommt hinzu, daß durch den durch die EBKV bedingten dynamischen Betrieb des Hinterachs-Bremskreises in diesem ständig ein Bremsflüssigkeits-Austausch zwischen dem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter der Bremsanlage und den Hinterradbremsen stattfindet, wodurch diese bei länger dauernden Bremsvorgängen unter wechselndem Bremsdruck besser gekühlt werden als bei statischer Druckbeaufschlagung, wodurch auch ein Fading der Hinterradbremse weitestgehend ausgeschlossen wird.

Wenn zur Überwachung des mittels des Hauptzylinders erzeugbaren Bremsdruckes lediglich ein Drucksensor vorgesehen ist, so ist es besonders vorteilhaft, wenn dieser, wie gemäß Anspruch 2 vorgesehen, an den dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Sekundär-Druckausgang des als Bremsdruck-Steuengerät vorgesehenen Tandem-Hauptzylinders angeschlossen ist, damit auch im Falle eines defekten Vorderachs-Bremskreises, ansonsten jedoch intakter Bremsanlage, der die Fahrzeugverzögerung betreffende Fahrerwunsch weiterhin zuverlässig erkennbar und mittels der elektronischen Steuereinheit in die erforderlichen Ansteuersignale für den Bremsbetrieb des Hinterachs-Bremskreises umsetzbar ist.

Eine derartige Fehlfunktion des Vorderachs-Bremskreises ist mittels der Steuereinheit durch eine logische Verknüpfung der Ausgangssignale von gemäß den Ansprüchen 3 und/oder 4 vorgesehenen Druck- oder

Wegsensoren mit den Ausgangssignalen des zur Erfassung des in den Hinterachsbremskreis eingekoppelten Bremsdruckes vorgesehenen Drucksensors auf einfache Weise erkennbar und kann, wie gemäß Anspruch 5 vorgesehen, zu einer Erhöhung der Druck-Sollwert-Ausgangssignale für den noch funktionsfähigen Hinterachs-Bremskreis ausgenutzt werden, bevorzugt in dem durch die Merkmale des Anspruchs 6 angegebenen Rahmen, so daß sich auch bei ausgefallenem Vorderachs-Bremskreis im Teilbremsbereich für eine bestimmte Pedal-Betätigkraft praktisch dasselbe Ansprechverhalten der Bremsanlage ergibt wie bei vollkommen intakter Bremsanlage.

Zweckmäßig ist es, wenn die Hochdruckpumpe des Hinterachs-Bremskreises als selbstsaugende Pumpe ausgebildet ist, wodurch sich ein sensibleres Ansprechverhalten der EBKV-Steuerung erzielen läßt.

Durch die Merkmale des Anspruchs 8 wird auf einfache Weise erreicht, daß der Bremsdruck im Hinterachs-Bremskreis bedarfsgerecht rasch unter den Ausgangsdruck der Vorladepumpe abgesenkt werden kann.

Durch ein gemäß Anspruch 9 vorgesehene Betriebsart-Umschaltventil mit der gemäß Anspruch 10 vorgesehenen, bevorzugten Gestaltung wird erreicht, daß im normalen Bremsbetrieb die gesamte Förderleistung der Vorladepumpe für eine sensible Bremsdruck-Steuerung im Hinterachs-Bremskreis zur Verfügung steht.

Weitere bauliche und funktionelle Einzelheiten der erfahrungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines speziellen Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung, die ein elektrohydraulisches Schaltbild einer mit einer erfahrungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung ausgerüsteten, hydraulischen Zweikreis-Bremsanlage eines Straßenfahrzeugs zeigt.

Durch die in der Zeichnung dargestellte hydraulische Zweikreis-Bremsanlage 1, die eine Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung hat, ist ein Straßenfahrzeug repräsentiert, das auch mit einem Antiblockiersystem (ABS), einer Einrichtung zur Fahr-Dynamik-Regelung (FDR), welche auch die Funktion einer Antriebs-Schlupf-Regelung vermitteln kann und mit einer Einrichtung zur elektronischen Steuerung der Bremskraft-Verteilung (EBKV) auf den Vorderachs-Bremskreis I und den Hinterachs-Bremskreis II ausgerüstet ist.

Diese verschiedenen Regelungsfunktionen werden von einer "gemeinsamen" elektronischen Steuereinheit 2 gesteuert, die aus einer Verarbeitung von Ausgangssignalen den Fahrzeugrädern einzeln zugeordneter Rad-drehzahlsensoren 3, mindestens eines elektronischen oder elektromechanischen Drucksensors 4, dessen elektrisches Ausgangssignal ein Maß für den in den Vorderachs-Bremskreis I bei Betätigung der Bremsanlage 1 eingekoppelten Bremsdruckes  $P_{VA}$  ist, und eines weiteren Drucksensors 6, dessen elektrisches Ausgangssignal ein Maß für den in den Hinterachs-Bremskreis II eingekoppelten Bremsdruckes  $P_{HA}$  ist und gegebenenfalls weiterer Sensoren, wie z. B. eines Pedalstellungs-Sensors 7, dessen Ausgangssignal ein Maß für die Moment-anposition des Bremspedals 8 ist, mittels dessen der Fahrer über einen Bremskraftverstärker 9 einen zur Bremsdruck-Steuerung vorgesehenen Tandem-Hauptzylinder 11 betätigt, und/oder weiterer, nicht dargestellter Sensoren wie eines Lenkwinkelgebers, eines Gier-Sensors oder von Achslast-Sensoren, die Ansteuersignale für bei den einzelnen Regelungsarten zu aktivierende Bremsdruckstellglieder und/oder Leistungsstellglieder in dem jeweiligen Regelungszweck entsprechend

der Folge und Kombination erzeugt.

Es wird davon ausgegangen, daß durch die Beschreibung der Funktionen der elektronischen Steuereinheit 2 auch deren schaltungstechnische Realisierung hinreichend erläutert ist, die bei Kenntnis der genannten Funktionen einem einschlägig vorgebildeten Fachmann aufgrund seines Fachwissens mit gängigen Mitteln der elektronischen Schaltungstechnik möglich ist.

Der Vorderachs-Bremskreis I ist als statischer — geschlossener — Bremskreis ausgebildet, dessen Radbremsen 12 und 13 sowohl im normalen Bremsbetrieb, bei dem die elektronische Bremskraft-Verteilungsregelung wirksam ist, als auch im Falle eines Notbremsbetriebes, in dem wegen einer Störung der elektronischen Steuereinheit 2 oder der Bremsdruck-Stellglieder die Regelungssysteme abgeschaltet sind, mit dem am Primär-Druckausgang 14 des Tandem-Hauptzylinders 11 bereitgestellten Ausgangsdruck PVA beaufschlagbar sind.

Der Hinterachs-Bremskreis II wird im normalen Bremsbetrieb — bei intakter Steuerelektronik 2 — als offener Bremskreis betrieben und dabei mit dem Ausgangsdruck einer elektrisch angetriebenen Hochdruckpumpe 16 gespeist, deren Hochdruck-Ausgang 17 über ein Ausgangs-Rückschlagventil 18 an eine Hauptbremsleitung 19 des Hinterachs-Bremskreises II angeschlossen ist, an die über je ein Einlaßventil 21 bzw. 22 die Bremsleitungszweige 19' und 19'' angeschlossen sind, die zu den beiden Hinterradbremsen 23, 24 führen, welche ihrerseits über je ein Auslaßventil 26 bzw. 27 an eine mit dem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter 28 der Bremsanlage 1 verbundene Rücklaufleitung 29 anschließbar sind, über die im normalen Bremsbetrieb Bremsdruck abbaubar ist.

Die Einlaß-Ventile 21 und 22 sind als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet, deren Grundstellung O die Offenstellung ist, in der ein Bremsdruck-Aufbau möglich ist und deren erregte Stellung I die Sperrstellung ist, die z. B. Bremsdruck-Halte- und Bremsdruck-Abbauphasen der Antiblockier-Regelung sowie auch dem EBK-V-Betrieb und dem FDR-Betrieb zugeordnet ist.

Die Auslaßventile 26, 27 sind ebenfalls als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet, deren Grundstellung O jedoch die Sperrstellung ist, die Bremsdruck-Aufbauphasen sowie Bremsdruck-Haltephasen an den Hinterradbremsen 23 und/oder 24 zugeordnet ist/sind, und deren erregte Stellung I die Offenstellung ist, die den Bremsphasen und Regelungsspannen mit Bremsdruck-Abbau zugeordnet ist.

Die Hauptbremsleitung 19 des Hinterachs-Bremskreises II ist mittels eines ebenfalls als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildeten Umschaltventils 31 an den dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten sekundären Druckausgang 32 des Tandem-Hauptzylinders 11 angeschlossen, wobei dieses Umschaltventil 31 in seiner dem nicht erregten Zustand seines Steuermagneten 33 entsprechenden Grundstellung O offen ist, d. h. die Hauptbremsleitung 19 des Hinterachs-Bremskreises II mit dem Sekundär-Druckausgang 32 des Tandem-Hauptzylinders 11 verbindet, und in seiner bei Erregung seines Steuermagneten 33 mit einem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 2 seine Sperrstellung I einnimmt, in der die Hauptbremsleitung 19 gegen den Tandem-Hauptzylinder 11 abgesperrt ist. Diese Sperrstellung I ist dem normalen Bremsbetrieb zugeordnet, während die Grundstellung O, in die das Umschaltventil 31 "zurückfällt", wenn eine Störung im elektronischen System vorliegt, dem Notbremsbetrieb zugeordnet ist, in

dem auch der Hinterachs-Bremskreis II als statischer Bremskreis betreibbar ist.

Die im normalen Bremsbetrieb als Druckquelle für den Hinterachs-Bremskreis II ausgenutzte Hochdruckpumpe 16 ist niederdruckseitig über ein Vorlade-Steuerventil 34 mit dem Druckausgang 36 einer weiteren elektrisch antreibbaren und steuerbaren Pumpe 37 verbindbar, die auf einem niedrigen Ausgangsdruck-Niveau von z. B. 15 bar arbeitet und im normalen Bremsbetrieb Bremsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter 28 zur Niederdruckseite der Hochdruckpumpe 16 des Hinterachs-Bremskreises II fördert, wodurch diese Hochdruckpumpe 16, die aus Sicherheitsgründen mit einem Eingangs-Rückschlagventil 38 versehen ist, zuverlässig mit einem ausreichenden Bremsflüssigkeits-Angebot betrieben werden kann. Das Vorlade-Steuerventil 34 ist wiederum als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet, das eine sperrende Grundstellung O hat und bei Erregung seines Steuermagneten 39 mit einem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 2 in seine Durchflußstellung I übergeht, die den normalen Bremsbetrieb sowie dem FDR-Betrieb der Bremsanlage 1 zugeordnet ist.

Die als Vorladepumpe für die Hochdruckpumpe 16 des Hinterachs-Bremskreises II arbeitende Niederdruckpumpe 37, deren Ausgangsdruck durch ein Druckbegrenzungsventil 40 auf den genannten Höchstwert von z. B. 15 bar begrenzt ist, ist auch Funktionselement der Hilfsdruckquelle, aus der in Regelphasen der Fahrdynamik-Regelung die Vorderradbremsen 12 und/oder 13 einzeln oder gemeinsam mit Bremsdruck beaufschlagbar sind, wobei als Hilfsdruckquelle, die den in die Vorderradbremsen 12, 13 einkoppelbaren Bremsdruck bereitstellt, die Rückförderpumpe 41 des am Vorderachs-Bremskreis nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystems ausgenutzt ist, die eine der Hochdruckpumpe 16 des Hinterachs-Bremskreises II entsprechende Gestaltung hat und mit dieser gemeinsam, z. B. über einen nicht dargestellten Exzenter-Antrieb antreibbar ist.

Auch bei dem Vorderachs-Bremskreis I sind den Radbremsen 12 und 13 je einzeln zugeordnete Einlaß-Ventile 42 und 43 sowie Auslaßventile 44 und 46 vorgesehen, die nach Aufbau und Funktion denjenigen des Hinterachs-Bremskreises II analog sind.

Unterschiedlich gegenüber diesem ist jedoch, daß beim Vorderachs-Bremskreis I an die Rücklaufleitung 47, an die zum Zweck einer Druckabsenkung in den Vorderradbremsen 12, 13 diese über die Auslaßventile 44 und/oder 46 einzeln oder gemeinsam anschließbar sind, ein Niederdruckspeicher 48 angeschlossen ist, dessen Speicherkapazität so bemessen ist, daß er die maximal mögliche Bremsflüssigkeitsmenge, die in die Vorderradbremsen 12, 13 verdrängbar ist, aufnehmen kann und dabei auf ein Druckniveau von etwa 25 bar aufgeladen wird, und daß dieser Niederdruck-Speicher 48 bzw. die Rücklaufleitung 47 über zwei hydraulisch in Reihe geschaltete Rückschlagventile 49 und 51 an den Niederdruck-Eingang 52 der Rückförderpumpe 41 angeschlossen ist, mittels derer in Druckabsenkungsphasen der Antiblockier-Regelung und/oder der Fahrdynamik-Regelung aus den Radbremsen 12 und 13 des Vorderachs-Bremskreises I abgelassene Bremsflüssigkeit in die Hauptbremsleitung 53 des Vorderachs-Bremskreises I zurückförderbar ist, von der die beiden mittels der Einlaßventile 42 und 43 einzeln oder gemeinsam absperrbaren Bremsleitungszwecke ausgehen, über die bei einer normalen Bremsung sowie im Fahrdynamik-Regelungs-

betrieb und auch in Bremsdruck-Wiederaufbauphasen der Druckaufbau in den Vorderradbremsen 12, 13 erfolgt.

Das unmittelbar an die Rücklaufleitung 47 bzw. den Niederdruckspeicher 48 angeschlossene Eingangs-Rückschlagventil 49 ist durch höheren Druck im Niederdruckspeicher 48 bzw. in der Rücklaufleitung 47 als an der Mittelanzapfung 54 der beiden Rückschlagventile 49 und 51 in seine Offen-Stellung steuerbar, wobei die Kraft seiner Ventilfeder, gegen die das Ventil in seine Offen-Stellung gelangt, einem Druck von etwa 2 bis 5 bar äquivalent ist.

Das zwischen die Mittelanzapfung 54 und den Niederdruck-Eingang 52 der Rückförderpumpe 41 geschaltete Rückschlagventil 51 ist entsprechend ausgelegt und ist durch relativ höheren Druck an der Mittelanzapfung 54 als am Niederdruckeingang 52 der Rückförderpumpe 41 in seine Offenstellung steuerbar.

Zwischen einen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druck-Versorgungsanschluß 56 der insoweit erläuterten, insgesamt mit 57 bezeichneten ABS-, FDR- und EBKV-Hydraulik-Einheit, an dem im Falle einer vom Fahrer gesteuerten Bremsung der am Primär-Ausgang 14 des Tandem-Hauptzylinders 11 bereitgestellte Ausgangsdruck PVA ansteht und im Falle einer selbstätig gesteuerten Bremsung, z. B. zum Zweck einer Fahrdynamik-Regelung ein dem Ausgangsdruck der Vorladepumpe 37 entsprechender Druck ansteht, und die Hauptbremsleitung 53 des Vorderachs-Bremskreises I ist ein baulich und funktionell dem Umschaltventil 31 des Hinterachs-Bremskreises II entsprechendes Umschaltventil 58 geschaltet, das in seiner dem nicht-erregten Zustand seines Steuermagneten 59 entsprechenden Grundstellung O diesen Druckversorgungsanschluß 56 mit der Hauptbremsleitung 53 des Vorderachs-Bremskreises I verbindet und in seiner — sperrenden — erregten Stellung I diesen Druckversorgungsanschluß 56 gegen die Hauptbremsleitung 53 des Vorderachs-Bremskreises I absperrt. Im Fahrdynamik-Regelungsbetrieb wird dieses Umschaltventil 58 in seine Sperrstellung I geschaltet.

Des Weiteren ist zwischen diesen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druckversorgungseingang 56 der Hydraulikeinheit 57 und die Mittelanzapfung 54 der beiden Eingangs-Rückschlagventile 49 und 51 der Rückförderpumpe 41 ein baulich und funktionell dem Vorlade-Steuerventil 34 des Hinterachs-Bremskreises II entsprechendes Vorlade-Steuerventil 61 geschaltet, dessen dem nicht betätigten Zustand seines Steuermagneten 62 entsprechende Grundstellung O seine Sperrstellung ist, die dem normalen Bremsbetrieb zugeordnet ist, und dessen bei Erregung seines Steuermagneten 62 mit einem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 2 eingenommene Durchflußstellung I dem Fahrdynamik-Regelungsbetrieb zugeordnet ist.

Zur alternativen Bereitstellung des Ausgangsdruckes an dem dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druckversorgungsanschluß 56 der Hydraulikeinheit 57, einerseits, oder des Ausgangsdruckes der Vorladepumpe 37, andererseits, ist ein insgesamt mit 63 bezeichneter Vorladezylinder vorgesehen, der im Falle einer vom Fahrer gesteuerten Bremsung die Funktion eines den Primär-Druckausgang 14 des Tandem-Hauptzylinders 11 mit dem Druckversorgungsanschluß 56 der Hydraulikeinheit 57 verbindenden Ventils, im Falle einer Fahrdynamik-Regelung die Funktion eines 1:1-Druckumsetzers hat, mit dem der Ausgangsdruck der Vorladepumpe 37 auch an dem Druckversorgungsanschluß 56 be-

reitgestellt wird und im Fahrdynamik-Regelungsbetrieb auch die Funktion eines Absperrventils vermittelt, das den Primär-Druckausgang 14 des Tandem-Hauptzylinders 11 gegen diesen Druckversorgungsanschluß 56 absperrt.

Dieser Vorladezylinder 63 ist in der Art eines Ein-Kreis-Hauptzylinders ausgebildet, der einen Ausgangsdruckraum 64 hat, in dem durch axiale Verschiebung eines insgesamt mit 66 bezeichneten Kolbens in alternativen Richtungen Druck auf- und abbaubar ist, der an einem Druckausgang 14' des Vorladezylinders 63 bereitgestellt wird.

Dieser Kolben 66 hat zwei in axialem Abstand von einander angeordnete, gegen die Zylinderbohrung gießfähig abgedichtete Kolbenflansche 67 und 68, zwischen denen sich ein im wesentlichen ringförmiger "Nachlaufraum" 65 erstreckt, der über einen Versorgungsanschluß 69 mit dem Primär-Druckausgang 14 des Tandem-Hauptzylinders 11 kommunizierend verbunden ist. Der Kolben 66 des Vorladezylinders 63 ist durch eine Rückstellfeder 71 in seine durch Anschlagwirkung definierte, maximalem Volumen des Ausgangsdruckraumes 64 entsprechende Grundstellung gedrängt, die in der Zeichnung dargestellt ist. Der Nachlaufraum 65 gegen den Ausgangsdruckraum 64 abgrenzende Flansch 67 des Kolbens 66 ist mit einem als Sitzventil ausgebildeten Zentralventil 72 versehen, das in der dargestellten Grundstellung des Kolbens 66 durch Anschlagwirkung zwischen seinem Ventilkörper und einem gehäusefesten Anschlagbolzen oder -Röhrchen 73 von seinem Ventilsitz abgehoben ist, so daß über einen zentralen Kanal dieses Kolbenflansches 67 kommunizierende Verbindung zwischen dem Nachlaufraum 65 und dem Ausgangsdruckraum 64 des Vorladezylinders 63 besteht.

Der zweite Kolbenflansch 68 des Kolbens 66 des Vorladezylinders 63 bildet die axial bewegliche, druckdichte Abgrenzung des Nachlaufraumes 65 gegen einen Antriebsdruckraum 74, der über einen Steuereingang 76 mit dem von der Vorladepumpe 37 erzeugten Ausgangsdruck beaufschlagbar ist.

Bei einer aus einer Druckbeaufschlagung des Antriebsdruckraumes 74 resultierenden Verschiebung des Vorladezylinderkolbens 66 im Sinne einer Verdrängung von Bremsflüssigkeit aus dem Ausgangsdruckraum 64 des Vorladezylinders 63 gelangt dessen Zentralventil 72 nach einem kleinen Anfangsabschnitt des Kolbenhubes in seine Schließstellung, so daß nunmehr in dem Ausgangsdruckraum 64 ein Druck aufbaubar ist, der bei der dargestellten Gestaltung der Flansche 67 und 68 des Kolbens 66 mit gleicher Querschnittsfläche gleich dem Ausgangsdruck der Vorladepumpe 37 ist.

Zwischen den Druckausgang 36 der Vorladepumpe 37 und den Steuer-Eingang 76 des Antriebsdruckraums 74 des Vorladezylinders 63 ist ein Betriebsart-Umschaltventil 77 geschaltet, dessen sperrende Grundstellung O dem normalen Bremsbetrieb zugeordnet ist und dessen bei Erregung seines Steuermagneten 78 mit einem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 2 eingenommene Durchfluß-Stellung I dem FDR-Betrieb zugeordnet ist.

Des Weiteren ist ein ebenfalls als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildetes Entlastungsventil 79 vorgesehen, das durch Erregung seines Steuermagneten 81 mit einem Ausgangssignal der elektronischen Steuereinheit 2 aus seiner offenen Grundstellung O, in welcher der Antriebsdruckraum 74 mit dem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter 28 verbunden ist, in seine Sperrstellung I umschaltbar ist, die dem Vorladebetrieb des Vorladezylind-

ders 63 zugeordnet ist, in dem dieser Bremsflüssigkeit zur Rückförderpumpe 41 des Vorderachs-Bremskreises I fördern kann, wenn gleichzeitig das Betriebsart-Umschaltventil 77 in seine erregte Stellung 1 umgeschaltet ist. Beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel ist das Entlastungsventil 79 an einen eigenen Entlastungs-Ausgang 82 des Vorladezylinders 63 angeschlossen.

Die insoweit ihrem Aufbau nach erläuterte Bremsanlage 1 arbeitet in einem normalen, vom Fahrer gesteuerten Bremsbetrieb mit elektronisch gesteuerter Vorderachs-/Hinterachs-Bremskraftverteilung wie folgt:

Die Vorladepumpe 37 ist eingeschaltet, das Vorlade-Steuerventil 34 des Hinterachs-Bremskreises II ist in seine Durchflußstellung I umgeschaltet, das Umschaltventil 31 des Hinterachs-Bremskreises II ist in seine Sperrstellung I umgeschaltet und die Hochdruckpumpe 16 ist eingeschaltet und fördert Bremsflüssigkeit in die Hauptbremsleitung 19 des Hinterachs-Bremskreises II. Das Betriebsart-Umschaltventil 77 befindet sich in seiner sperrenden Grundstellung 0, so daß der Ausgangsdruck der Vorladepumpe 37 nicht in den Antriebsdruckraum 74 des Vorladezylinders 63 des Vorderachs-Bremskreises I eingekoppelt wird, wobei der Antriebsdruckraum 74 über das in seiner Grundstellung 0 – der Durchlaßstellung gehaltene Entlastungsventil 79 mit dem Vorratsbehälter 28 der Bremsanlage 1 verbunden ist. Dadurch nimmt der Kolben 66 des Vorladezylinders 63 seine mit maximalem Volumen des Ausgangsdruckraumes 64 verknüpfte Grundstellung ein, in welcher das Rückschlagventil 72 durch Anschlagwirkung in seiner Offen-Stellung gehalten ist. Über das in seiner offenen Grundstellung 0 gehaltene Umschaltventil 58 des Vorderachs-Bremskreises I ist in diesen der durch Betätigung des Hauptzylinders 11 an dessen Primär-Druckausgang 14 bereitgestellte Bremsdruck P<sub>V</sub>A einkoppelbar, der auch im Sekundär-Ausgangsdruckraum des Tandem-Hauptzylinders 11 herrscht und mittels des Drucksensors 4 erfaßt wird. In Reaktion zu diesem Vorderachs-Bremsdruck P<sub>V</sub>A generiert die elektronische Steuereinheit 2 den Sollwert für den im Sinne einer idealen Bremskraftverteilung in die Hinterradbremsen 23 und 24 einzukoppelnden Bremsdruck, dessen Ist-Wert mittels des an die Hauptbremsleitung 19 des Hinterachs-Bremskreises II angeschlossenen Drucksensors 6 erfaßt und der elektronischen Steuereinheit 2 zurückgemeldet wird. Die Nachführung des Bremsdruck-Ist-Wertes kann durch gepulste Ansteuerung der Einlaßventile 21 und 22 erfolgen. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann die Bremsdruck-Steigerung in den Hinterradbremsen 23 und 24 auch durch eine gepulste Ansteuerung der Vorladepumpe 37 und/oder der Hochdruckpumpe 16 oder auch, falls möglich, durch eine kontinuierliche Veränderung der Förderleistung dieser Pumpen erfolgen. Es ist auch eine Steuerung des Bremsdruck-Anstieges im Hinterachs-Bremskreis II durch gepulste Ansteuerung des Vorlade-Steuerventils 34 möglich. Ein Halten des Hinterachs-Bremsdruckes P<sub>HA</sub> auf einem bestimmten Wert kann durch Absperrung der Einlaßventile 21 und 22 und/oder durch Sperren des Vorlade-Steuerventils 34 des Hinterachs-Bremskreises II und/oder durch Abschalten der Hochdruckpumpe 16 und gegebenenfalls der Vorladepumpe 37 erzielt werden. Bremsdruck-Abbauphasen sind durch Öffnen der Auslaßventile 26 und 27 steuerbar, während die übrigen Funktionselemente des Hinterachs-Bremskreises 11 in einem für ein Bremsdruck-Halten geeigneten Funktionszustand verharren.

Auf analoge Weise sind im Fahrdynamik-Regelungsbetrieb Bremsdruckaufbau-, -Halte- und Bremsdruck-Abbau-Phasen an einer oder beiden Radbremse(n) 23 und/oder 24 des Hinterachs-Bremskreises 11 steuerbar.

- 5 Im Falle einer zum Zweck der Fahrdynamik-Regelung erfolgenden Aktivierung einer oder beider Radbremse (n) 12 und/oder 13 des Vorderachs-Bremskreises I werden die Vorladepumpe 37 eingeschaltet, das Entlastungsventil 79 in seine Sperrstellung I umgeschaltet, das Betriebsart-Umschaltventil 77 in dessen Durchflußstellung I, das Umschaltventil 58 des Vorderachs-Bremskreises I in seine Sperrstellung I und das Vorlade-Steuerventil 61 des Vorderachs-Bremskreises I in seine Durchflußstellung I umgeschaltet. Mit dem Einschalten der Vorladepumpe 37 oder Umschalten dieser Ventile des Vorderachs-Bremskreises I wird auch dessen Rückförderpumpe 41 eingeschaltet, die nunmehr Bremsflüssigkeit unter zunehmendem Druck in die Hauptbremsleitung 53 des Vorderachs-Bremskreises einspeist. Die
- 10 20 Auswahl desjenigen Fahrzeuggrades, das nicht gebremst werden soll, wird durch Sperren seines Einlaßventils getroffen.

Bremsdruck-Halte-Phasen können sowohl durch Sperren der Einlaßventile 42 und/oder 43 als auch durch Abschalten der Rückförderpumpe 41 und/oder der Vorladepumpe 37, sowie durch Sperren des Vorlade-Steuerventils 61 gesteuert werden. In Druckabsenkungsphasen des Fahrdynamik-Regelungsbetriebes am Vorderachs-Bremskreis I wird dieser wie im Rückförderbetrieb bei einer einer Antiblockier-Regelung unterworfenen Bremsung betrieben, wobei das Umschaltventil 58 und das Vorlade-Steuerventil 61 des Vorderachs-Bremskreises wieder in ihre jeweiligen Grundstellungen O, im einen Fall die Durchlaß-Stellung, im anderen Fall die Sperr-Stellung zurückgeschaltet werden und die Rückförderpumpe 41 über das/die Auslaßventil(e) 44 und/oder 46 aus der/den Radbremse(n) 12 und/oder 13 abgelassene Bremsflüssigkeit in den Ausgangsdruckraum 64 des Vorladezylinders 63 zurückpumpt, wobei das Entlastungsventil 79 im Druckabsenkungsbetrieb des Vorderachs-Bremskreises I in seine Grundstellung 0, seine Durchfluß-Stellung, zurückgeschaltet wird und zweckmäßigerweise auch das Betriebsart-Umschaltventil 77 in dessen – sperrende – Grundstellung zurückgeschaltet wird.

In die Umschaltventile 31 und 58 des Hinterachs-Bremskreises II und des Vorderachs-Bremskreises I sind Druckbegrenzungsventile 83 integriert, die in den Sperrstellungen I der Umschaltventile 31 und 58 den in der jeweiligen Hauptbremsleitung 19 bzw. 53 herrschenden Druck auf einen Wert um 150 bar begrenzen.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist auch ein Drucksensor 84 vorgesehen, der den am Primär-Druckausgang 14 des Tandem-Hauptzylinders 11 bereitgestellten Ausgangsdruck überwacht. Das Ausgangssignal dieses zusätzlichen Drucksensors 84, der als einfacher Druckschalter ausgebildet sein kann, ermöglicht in Kombination mit den Ausgangssignalen des Drucksensors 4, der an den Sekundär-Druckausgang des Tandem-Hauptzylinders 11 angeschlossen ist, die Erkennung eines Ausfalls des Vorderachs-Bremskreises I. In diesem Störfall generiert die elektronische Steuereinheit 2 bei einer vom Fahrer gesteuerten Bremsung Sollwert-Signale für den Hinterachs-Bremskreis II, die höheren Bremsdrücken entsprechen als im störungsfreien Betrieb der Bremsanlage 1, so daß der Fahrer eine erwünschte Fahrzeugverzögerung weiterhin mit etwa derjenigen Kraft einsteuern kann, die er bei intakter

Bremsanlage 1 zur Erzielung der erwarteten Fahrzeugverzögerung aufbringen muß.

## Patentansprüche

5

1. Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-Bremsanlage, das mit einer Einrichtung zur Fahrdynamik-Regelung (FDR), einer Einrichtung zur elektronischen Steuerung der Vorderachs-/Hinterachs-Bremskraftverteilung (EBKV) und mit einem Antiblockiersystem (ABS) ausgerüstet ist, wobei

a) die Bremsanlage (1) eine Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung hat und als Bremsdrucksteuergerät ein Tandem-Hauptzylinder (11) mit den Bremskreisen (I und II) einzeln zugeordneten Druckausgängen (14, 32) vorgesehen ist,

b) die FDR nach dem Prinzip arbeitet, durch selbsttätige, elektronisch gesteuerte Aktivierung einer oder mehrerer Radbremse(n) (12, 13, 23, 24) den Längs- und Querschlupf der Fahrzeugräder innerhalb mit dynamischer Stabilität des Fahrzeuges verträglicher Grenzen zu halten,

c) die EBKV nach dem Prinzip arbeitet, bei einer vom Fahrer gesteuerten Bremsung den in die Hinterradbremsen (23, 24) einzukoppelnden Bremsdruck einem Sollwert nachzuführen, der aus einer vergleichenden Verarbeitung der Ausgangssignale mindestens eines den Bremsdruck im Hinterachs-Bremskreis (I) erfassenden Drucksensors (6) mit den Ausgangssignalen eines den Ausgangsdruck an einem der Druckausgänge (14, 32) des Tandem-Hauptzylinders (11) überwachenden Drucksensors (4, 84) fortlaufend generiert wird,

d) das ABS am Vorderachs-Bremskreis (I) nach dem Rückförderprinzip arbeitet,

e) als Druckquelle(n), aus der/denen im Falle 40 des FDR- oder des EBKV-Betriebes die für die jeweilige Regelung ausgenutzte(n) Radbremse(n) mit Bremsdruck beaufschlagbar ist/sind, den Bremskreisen (I und II) je einzeln zugeordnete Hochdruckpumpen (16, 41) vorgesehen 45 sind, die eingangsseitig über je ein als 2/2-Weg-Magnetventil ausgebildetes, stromlos sperrendes Vorlade-Steuerventil (34, 61) mit dem Ausgangsdruck einer auf niedrigem Ausgangsdruckniveau arbeitenden Vorladepumpe (37) 50 beaufschlagbar sind,

f) zur hydraulischen Trennung des Vorderachs- und des Hinterachs-Druckversorgungskreises ein dem Vorderachs-Bremskreis (I) zugeordneter Vorladezylinder (63) vorgesehen 55 ist;

f1) der Vorladezylinder (63) weist einen Antriebsdruckraum (74) und einen Ausgangsdruckraum (64) auf, die voneinander durch einen druckdicht abgrenzenden Kolben (66) getrennt sind;

f2) der Antriebsdruckraum (74) ist an dem Druckausgang der Vorladepumpe (37) anschließbar;

f3) der Ausgangsdruckraum (64) ist über das 65 zugeordnete Vorlade-Steuerventil (61) mit der Eingangsseite (52) der Rückförderpumpe (Hochdruckpumpe 41) des Vorderachs-Brems-

kreises I verbindbar;

f4) der Kolben (66) ist mit zwei in axialem Abstand voneinander angeordneten Flanschen (67, 68) versehen, zwischen denen sich ein mit dem Vorderachs-Druckausgang (14) des Hauptzylinders (11) in ständig kommunizierender Verbindung stehender Nachlaufraum (65) erstreckt;

f5) der Kolben (66) weist ein Rückschlagventil (72) auf, das einen den Nachlaufraum (65) mit dem Ausgangsdruckraum (64) verbindenden Durchflußkanal des Kolbens (66) sperrt, solange der Druck im Ausgangsdruckraum (64) größer ist als im Nachlaufraum (65) und diesen Durchflußpfad freigibt, wenn der Hauptzylinder-Ausgangsdruck größer ist als der Druck im Ausgangsdruckraum (64);

g) den Fahrzeugräder einzeln zugeordnete Bremsdruck-Regelventile vorgesehen sind, mittels derer Bremsdruck-Abbau-, Halte- und -Wiederaufbauphasen der Antiblockierregelung sowie die in Betriebsphasen der EBKV und der FDR erforderliche Bremsdruck-Zumessung an den einzelnen Radbremsen steuerbar sind,

h) eine elektronische Steuereinrichtung (2) die Ausgangssignale der Drucksensoren (4, 6) verarbeitet und die erforderlichen Ansteuersignale für die Aktivierung der Vorladepumpe (37), der Hochdruckpumpen (16, 41), die Erregung der Vorlade-Steuerventile (34, 61) sowie die Druck-Steuersignale für die Bremsdruck-Regelventile (21, 22, 26, 27, 42, 43, 44, 45) der Radbremsen (12, 13, 23, 24) ausgibt,

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

i) die Niederdruckseite der Hochdruckpumpe (16) des Hinterachs-Bremskreises ist über das zugeordnete Vorlade-Steuerventil (34) direkt an den Druckausgang (36) der Vorladepumpe (37) angeschlossen;

j) die Hinterradbremsen (23, 24) sind — zur Steuerung von Bremsdruckabbauphasen — über je ein elektrisch ansteuerbares Bremsdruck-Regelventil (26, 27) an eine zum Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter (28) führende Rücklaufleitung (29) anschließbar.

2. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der den Ausgangsdruck des Tandem-Hauptzylinders (11) überwachende Drucksensor (4), an den dem Hinterachs-Bremskreis (II) zugeordneten Druckausgang (32) des Tandem-Hauptzylinders (11) angeschlossen ist.

3. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drucksensor (84) vorgesehen ist, der ein für den im Primär-Ausgangsdruckraum des Tandem-Hauptzylinders herrschenden Druck charakteristisches elektrisches Ausgangssignal erzeugt, das der elektronischen Steuereinheit (1) als Informations-Signal zugeleitet ist.

4. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Stellung des Bremspedals (8) oder ein die Position des Primärkolbens des Tandem-Hauptzylinders (11) der Bremsanlage (1) erfassender elektro-nischer oder elektromechanischer Positionsgeber (7) vorgesehen ist, dessen elektrische Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit (2) als Infor-

mations-Signale zugeleitet sind.

5. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinheit (2) bei einem Ausfall des Vorderachs-Bremskreises (I) erhöhten Werten 5 der in den Hinterachs-Bremskreis (II) einzukoppelnden Bremsdrücke entsprechende Soll-Wert-Ausgangssignale erzeugt.

6. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erhöhten Sollwerte dem zwei- bis dreifachen der für den fehlfunktionsfreien Fall generierten Soll-Werte entsprechen. 10

7. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die 15 Hochdruck-Pumpe (16) des Hinterachs-Bremskreises (II) als selbstsaugende Pumpe ausgebildet ist.

8. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein elektrisch ansteuerbares Entlastungsventil (79) das 20 in seiner Grundstellung den Antriebsdruckraum (74) des Vorladezylinders (63) mit dem drucklosen Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter (28) verbindet und in Bremsdruck-Aufbauphasen einer selbsttätig gesteuerten oder vom Fahrer gesteuerten Brem- 25 sung in seine Sperrstellung umgeschaltet ist, in Bremsdruck-Abbauphasen einer normalen Brem- sung in seine Grundstellung zurückschaltbar ist, wenn der Bremsdruck  $P_{HA}$  im Hinterachs-Brems- kreis (II) den Sollwert unterschreitet. 30

9. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Betriebsort-Umschaltventil (77) vorgesehen ist, mittels dessen der Druckausgang (36) der Vorlade- 35 pumpe (37) gegen den Antriebsdruckraum (74) des Vorladezylinders (63) absperrbar ist.

10. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Betriebsort- Umschaltventil (77) als 2/2-Wege-Magnetventil 40 ausgebildet ist, dessen sperrende Grundstellung 0 dem normalen Bremsbetrieb und dessen erregte Funktionsstellung I die dem FDR-Betrieb zugeordnete Durchflußstellung ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

